

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-322640

(43)公開日 平成7年(1995)12月8日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 M 7/48	Z	9181-5H		
H 0 3 K 17/00	A	9184-5 J		
H 0 5 K 7/20	Q			
// H 0 1 L 23/427				

H01L 23/ 46 A  
審査請求 未請求 請求項の数 2 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平6-115700

(22)出願日 平成6年(1994)5月27日

(71)出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 古川 隆

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 日本電  
装 株式会社内

(72)発明者 川口 清司

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電  
装 株式会社内

(72)発明者 鈴木 万治

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電  
装 株式会社内

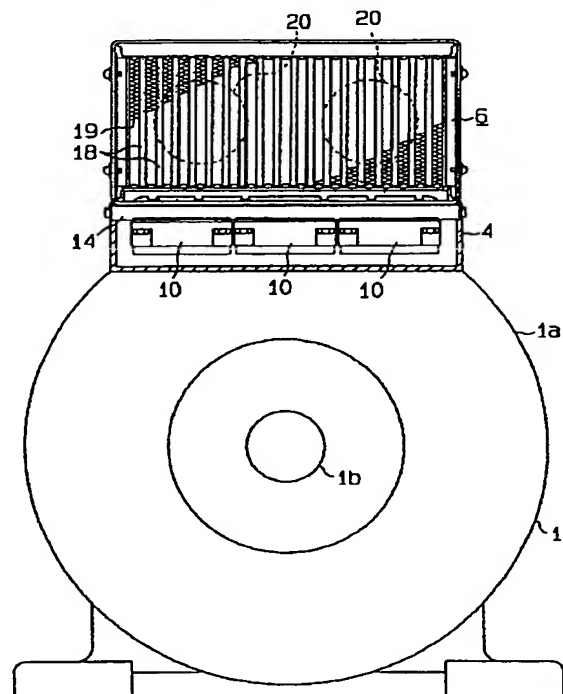
(74)代理人 弁理士 恩田 博宣

(54) 【発明の名称】 インバータ

(57)【要約】

【目的】 パワー素子冷却装置の小型化を図ることができるとともにコストを抑制し、かつノイズの発生を抑制することができるインバータを提供することにある。

【構成】 インバータには冷却装置6が備えられ、インバータが電動モータ1に搭載されている。IGBT素子はインバータの構成部品をなし、駆動に伴い熱を発生する。冷却装置6を構成する冷媒貯留槽14には冷媒が貯留されている。冷媒は、IGBT素子の発する熱を吸収してその熱によって気化する。冷媒貯留槽14の上面には放熱チューブ18が上方に延びるように設けられ、放熱チューブ18の下端が冷媒貯留槽14と連通し、上端が閉塞されている。又、放熱チューブ18にはコルゲートフィン19が設けられている。そして、冷媒貯留槽14内で気化した冷媒が外気との熱交換により冷却液化して冷媒貯留槽14に戻る。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電源周波数を制御するインバータであって、

駆動に伴い熱を発生するパワー素子と、  
前記パワー素子の発する熱を吸収してその熱によって気化する冷媒が貯留された冷媒貯留槽と、  
管状をなし、その一端が前記冷媒貯留槽と連通するとともに他端が閉塞され、前記冷媒貯留槽内で気化した冷媒を冷却液化して前記冷媒貯留槽に戻す放熱部とを備えたことを特徴とするインバータ。

【請求項 2】 前記冷媒貯留槽を、電動モータのモータハウジングにおける端面部に配置するとともに、その上に放熱部を配置したことを特徴とする請求項 1 に記載のインバータ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、インバータに係り、詳しくは、電源周波数を制御するインバータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、電源周波数を可変制御するインバータにおいて、インバータの構成部品をなす IGBT 等のパワー素子は大きな発熱量を有する。例えば、電動モータの回転数を可変制御するインバータにおいては制御電力が 45 KW 級では 2.2 KW の発熱量になる。従って、この大発熱量を大気中に放熱するための冷却構造が必要となる。そこで、図 12、13 に示すような強制空冷方式が主に採用されている。この方式を詳細に説明すると、図 14 に示すように、AC 電源 31 が電源ケーブル 32a、32b によりインバータ 33 を介して電動モータ 34 に接続されている。又、インバータ 33 は制御信号ケーブル 35 により制御回路 36 と接続されている。そして、インバータ 33 と制御回路 36 とが、図 12 に示すように制御盤（制御ボックス）37 内に収納されている。図 12 において、制御盤 37 とは離間した位置に電動モータ 34 が配置され、制御盤 37 のインバータ 33 に電源ケーブル 32a が接続されるとともに制御盤 37 のインバータ 33 と電動モータ 34 とが電源ケーブル 32b にて接続されている。さらに、制御盤 37 の内部は、図 13 に示すように、外側ケース 39 内に放熱板 40 が配置され、その放熱板 40 に IGBT モジュール 41 が取付けられている。IGBT モジュール 41 の発する熱は放熱板 40 に伝えられる。又、冷却ファン 42 の駆動により放熱板 40 を空気が通過する際に IGBT モジュール 41 の発する熱が熱交換されて排気ファン 43 により外側ケース 39 の外に放出されるようになっている。尚、図 15 には、図 13 の外側ケース 39 と排気ファン 43 とモジュールカバー 44 を取り外した状態を示す。

【0003】

2

【発明が解決しようとする課題】ところが、このような冷却方式は体格が大きくなってしまっていた。その結果、図 12 に示すように、インバータ 33 は制御盤 37 の中に収納され、同インバータ 33 は制御対象である電動モータ 34 に対し大電流を流すことができる電源ケーブル 32b にて接続され、この電源ケーブル 32b を設置することによりコストが上昇し、又、ノイズが発生し、周辺に配置されている電子機器に悪影響を与えるおそれがあった。

10 【0004】そこで、この発明の目的は、パワー素子冷却装置の小型化を図ることができるとともにコストを抑制し、かつノイズの発生を抑制することができるインバータを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載の発明は、電源周波数を制御するインバータであって、駆動に伴い熱を発生するパワー素子と、前記パワー素子の発する熱を吸収してその熱によって気化する冷媒が貯留された冷媒貯留槽と、管状をなし、その一端が前記冷媒貯留槽と連通するとともに他端が閉塞され、前記冷媒貯留槽内で気化した冷媒を冷却液化して前記冷媒貯留槽に戻す放熱部とを備えたインバータをその要旨とする。

20 【0006】請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の発明における前記冷媒貯留槽を、電動モータのモータハウジングにおける端面部に配置するとともに、その上に放熱部を配置したインバータをその要旨とする。

【0007】

【作用】電源周波数を制御すべくパワー素子が駆動されると、同パワー素子から熱が発せられる。その熱は冷媒貯留槽内の冷媒に吸収され、その熱によって冷媒が気化する。気化した冷媒は放熱部において冷却液化されて冷媒貯留槽に戻される。

30 【0008】このような冷媒貯留槽と放熱部とを備えたパワー素子冷却装置においては、従来の強制空冷方式に比べ、熱抵抗を減らしてパワー素子の発する熱を放熱部に伝えやすく、放熱部の内側と外側での温度差を大きくとることができ、放熱面積が同一であるならば、より多くの熱を放出することができる。換言すると、同じ熱量を放出する場合には小型化を図ることができ、インバータとその冷却装置を電動モータに搭載することが可能となり、インバータの出力端子と電動モータの入力端子を直接あるいは最短で接続できる。よって、コストを抑制でき、かつ、従来のインバータと電動モータを電氣的に接続するための電源ケーブルから発生するノイズが低減される。

40 【0009】請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の発明の作用に加え、冷媒貯留槽が電動モータのモータハウジングにおける端面部に配置され、その上に放熱部が配置される。よって、モータハウジングの軸方向の空間を利用して冷媒貯留槽が配置され、インバータの高さ

50

方向のかさばりが少なくなる。

【0010】

【実施例】

(第1実施例) 以下、この発明を具体化した第1実施例を図面に従って説明する。

【0011】本実施例では、工場等で使用される床置きタイプの電動モータに具体化している。図1に示すように、床面には電動モータ1が固定されている。電動モータ1のモータハウジング1aは円筒形状をなし、その一方の端面の中心から出力軸(回転軸)1bが突出している。床面において、電動モータ1から離間して制御盤(制御ボックス)2が設けられている。制御盤2には制御回路3が収納されている。又、電動モータ1のモータハウジング1aの上面には箱型のケース4が固定され、ケース4内にはインバータ5が収納され、同インバータ5は冷却装置9を備えている。インバータ5は電源周波数を制御して電動モータ1の回転数を制御するためのものである。

【0012】図2は電氣的構成図を示す。AC電源7とインバータ5とが電源ケーブル8にて接続され、インバータ5と電動モータ1とはケーブルによらずに直接、電気接続されている。又、インバータ5は制御信号ケーブル9にて制御盤2内の制御回路3と接続されている。つまり、図1に示すように、電源ケーブル8によりAC電源7とインバータ5とが接続され、インバータ5と電動モータ1とは電源ケーブルを介すことなく直接、互いの接続端子が接続されている。又、制御盤2内の制御回路3が制御信号ケーブル9にてインバータ5と接続されている。

【0013】図3には電動モータ1の拡大図を示す。モータハウジング1aの上面にケース4が取り付けられている。このケース4内における底面部には、インバータ5の構成部品をなすIGBTモジュール10が多数配置されるとともに、IGBTモジュール10の上面にはこのIGBTモジュール10の駆動に伴い発生する熱を放熱するための冷却装置6が配置されている。

【0014】図4には、IGBTモジュール10と冷却装置6の詳細を示す。図5には図4のA-A断面を示す。図4に示すように、IGBTモジュール10は放熱板11とIGBT素子(パワー素子)12とキャップ13とからなる。銅製の放熱板11の下面にはIGBT素子12が絶縁基板29を介して接合され、このIGBT素子12がキャップ13にてパッケージされている。IGBT素子12はその駆動に伴い熱を発生する。そして、IGBT素子12の発する熱は絶縁基板29を介して放熱板11に伝えられる。

【0015】冷却装置6は冷媒貯留槽14と放熱チューブ18とを備えている。アルミ製の冷媒貯留槽14は鉛直方向の高さに比べ水平方向の幅が大きな容器となっている。冷媒貯留槽14内に液状の冷媒15が封入されて

いる。この冷媒15としては、本実施例では、エチレングリコールの水溶液が使用され、同エチレングリコール水溶液は冷媒貯留槽14内に0.1気圧に減圧した状態で封入されている。

【0016】冷媒貯留槽14の底部には開口部16が形成されている。この開口部16を下側から塞ぐようにIGBTモジュール10の放熱板11が当接され、リング17を介してボルト28により密封状態で冷媒貯留槽14に固定されている。この放熱板11の上面が放熱面11aとなり、この放熱面11aはIGBT素子12と熱的に接合されるとともに、冷媒15と接触している。そして、IGBT素子12の発する熱は冷媒15に吸収され、その熱によって気化する。

【0017】冷媒貯留槽14の上面には多数のアルミ製の放熱チューブ18が取り付けられており、同放熱チューブ18が上方に延設されている。この放熱チューブ18は、図5に示すような、扁平形状をなしている。即ち、放熱チューブ18は、平行部18aとその先端の半円部18bとからなる。各放熱チューブ18は長軸Lが平行となるように並設されている。図4に示すように、放熱チューブ18の下端は冷媒貯留槽14と連通し、上端は閉塞されている。そして、冷媒貯留槽14内で気化した冷媒が放熱チューブ18内を上昇して空気(外気)との熱交換により冷却液化し冷媒貯留槽14に戻されるようになっている。この放熱チューブ18にて、管状をなす放熱部が構成されている。さらに、放熱チューブ18の平行部18aでの外周面にはアルミ製のコルゲートフィン19が設けられている。

【0018】尚、冷媒貯留槽14はその内部圧力による変形に耐え得る圧力容器に準ずる構造とし、放熱チューブ18とは洩れの無い結合方法(例えば、ロウ付け)にて結合されている。

【0019】又、図3、5に示すように、ケース4内における放熱チューブ18の配置部分の側方には冷却ファン(例えば、軸流ファン)20が設けられ、同冷却ファン20の駆動により空気(外気)が放熱チューブ18の外周面およびコルゲートフィン19を通過していくようになっている。

【0020】又、IGBTモジュール10の出力端子と、その制御対象である電動モータ1の入力端子とが直接結合されている。IGBTモジュール10の制御は、図1に示した制御信号ケーブル9によって制御盤2内の制御回路3からの信号により行われる。

【0021】次に、このように構成した電動モータ1の作用を説明する。電動モータ1の回転数を可変制御すべく制御盤2内の制御回路3から制御信号ケーブル9を通して電動モータ1に搭載されたインバータ5に制御信号が出力される。この信号によりインバータ5のIGBT素子12がスイッチング駆動され、AC電源7から電源ケーブル8を通して三相交流電流が電動モータ1に供給

される。このようにして、電動モータ1の回転数が制御される。

【0022】このとき、図4のIGBT素子12が通電されることによりIGBT素子12が発熱すると、その熱は熱的に結合された放熱板11の放熱面11aに伝達され、さらに、冷媒貯留槽14内の冷媒15へと伝わる。冷媒15が沸点(60℃)に達すると、沸騰が発生し蒸気流(ガス冷媒)となって放熱チューブ18内を上昇していく。そして、冷却ファン20の駆動により放熱チューブ18とコルゲートフィン19に冷却風が通過しているため、冷却風(空気)と放熱チューブ18およびコルゲートフィン19との間で熱交換が行われ、放熱チューブ18内の蒸気流(ガス冷媒)は冷却され凝縮して液冷媒となって放熱チューブ18の内壁面に沿って冷媒貯留槽14に落下する。一方、放熱チューブ18およびコルゲートフィン19で熱交換され温度が上昇した空気は外部に排出される。このように、IGBT素子12に発生する熱は、放熱チューブ18およびコルゲートフィン19を通じて冷却ファン20の駆動にて発生する冷却風によって外部に放出される。

【0023】このように本実施例においては、IGBT素子12がその駆動に伴い熱を発生すると、IGBT素子12の発する熱が冷媒貯留槽14内の冷媒15に吸収されてその熱によって冷媒15が気化して放熱チューブ18内を上昇し外気との熱交換により冷却液化して冷媒貯留槽14に戻る。このような冷媒貯留槽14と放熱チューブ18を備えた冷却装置6、即ち、沸騰冷却システムを採用した。よって、従来の強制空冷方式に比べ、熱抵抗を減らしてIGBT素子12の発する熱を放熱チューブ18に伝えやすく、放熱チューブ18の内部と外気との温度差を大きくとることができ、放熱面積が同一であるならば、より多くの熱を放出することができる。換言すると、同じ熱量を放出する場合には小型化を図ることができ、電動モータ1に、冷却装置6を備えたインバータ5を搭載することができる。その結果、インバータ5(IGBTモジュール10)の出力端子と電動モータ1の入力端子を直接接続できる。よって、従来の電源ケーブルを不要にでき、コストを抑制でき、かつ同ケーブルから発生するノイズが低減できる。

【0024】即ち、図12に示す従来方式では制御盤37と電動モータ34とは大電流を流すことができる太い電源ケーブル32bにて接続されていたために同ケーブル32bからノイズが発生していたが、図1に示す本方式では制御盤2と電動モータ1とが制御信号ケーブル9にて接続されているためノイズの発生が抑制できる。又、制御盤2と電動モータ1を結合するケーブルは制御信号ケーブル9のみとなり、細いケーブルでよくなり、コストダウンを図ることができる。

(第2実施例) 次に、第2実施例を第1実施例との相違点を中心に説明する。

【0025】図6に示すように、モータハウジング1aにおける出力軸1bを有する端面部に、冷媒貯留槽14およびIGBTモジュール10を配置している。図7には、電動モータ1の端面部での縦断面図を示す。図8には、冷却装置6の縦断面図を示す。

【0026】冷媒貯留槽14は縦にし水平方向の幅に比べ鉛直方向の高さを大きくした状態で、モータハウジング1aにおける端面に対向して配置されている。冷媒貯留槽14の側面に開口部16が形成され、この開口部16をIGBTモジュール10の放熱板11にて塞いでいる。冷媒貯留槽14の上に放熱チューブ18およびコルゲートフィン19が配置されている。この放熱チューブ18とコルゲートフィン19とは放熱器用枠体21内に配置されている。この放熱器用枠体21には冷却ファン20が固定されている。本実施例においては冷却ファン20としてクロスフローファンが用いられている。尚、図6において、22はインバータ5を構成するコンデンサを示し、23はインバータ5を構成する制御回路基板を示し、これら部材22、23もモータハウジング1aの端面部に配置されている。

【0027】そして、IGBT素子12が通電されることによりIGBT素子12が発熱すると、その熱が放熱板11の放熱面11aに伝達され、さらに、冷媒貯留槽14内の冷媒15へと伝わる。冷媒15が沸点に達すると、沸騰が発生し蒸気流(ガス冷媒)となって、放熱チューブ18内を上昇していく。そして、放熱チューブ18およびコルゲートフィン19を通じて冷却ファン20の発生する冷却風によって外部に放出される。

【0028】このように本実施例では、第1実施例に比べ、円筒状のモータハウジング1aにおける端面部の空間、即ち、軸方向の空間を利用してこの空間に冷媒貯留槽14やIGBTモジュール10等を配置したので、インバータの高さ方向のかさばりが少なくなる。よって、高さ方向へのコンパクト化が図れる。電気自動車に適用した場合、特に高さ方向のかさばりの低減は搭載性の面より有効である。又、電動モータはモータハウジングの端面部に電源入力端子が配置される場合が多く、この電源入力端子に接近した位置にIGBTモジュール10が配置されるので、IGBTモジュール10の出力端子と電動モータ1の入力端子との結合性もよくなる。さらに、冷媒貯留槽14を縦にして配置しているので傾斜や振動による冷媒の移動が少なくなり、放熱板11の放熱面11aにおいて液冷媒15と接触しない箇所ができるといったことがなく安定した沸騰冷却を行うことができる。

(第3実施例) 次に、第3実施例を第2実施例との相違点を中心に説明する。

【0029】本実施例では、図9に示すように、電気自動車に適用している。つまり、車両には走行用電動モータ25とバッテリー27が搭載されている。走行用電動モ

ータ 25 にはインバータが搭載され、このインバータを介してバッテリー 27 と電氣的に接続されている。又、走行用電動モータ 25 の出力軸 25 b は駆動輪 24 と駆動連結されている。そして、走行用電動モータ 25 は同モータに搭載したインバータにて回転数が制御される。

【0030】図 10 には走行用電動モータ 25 の斜視図を示すとともに、図 11 には放熱部分での平断面図を示す。走行用電動モータ 25 が車両の前側、即ち、車両における車室より前方に配置されている。又、冷媒貯留槽 14 は縦にし水平方向の幅に比べ鉛直方向の高さを大きくした状態で、円筒状をなすモータハウジング 25 a における端面に対向して配置されている。冷媒貯留槽 14 の上に放熱チューブ 18 およびコルゲートフィン 19 が配置されている。この放熱チューブ 18 とコルゲートフィン 19 とは放熱器用枠体 21 内に配置されている。この放熱器用枠体 21 には冷却ファン（クロスフローファン）20 が固定されている。又、放熱器用枠体 21 には、放熱チューブ 18 およびコルゲートフィン 19 に走行風を導くための走行風誘導ダクト 26 が設けられ、この走行風誘導ダクト 26 の開口部（空気取り入れ口）が車両の前方を向いている。そして、車両が走行すると、走行風誘導ダクト 26 の開口部から走行風が導入されて放熱器用枠体 21 内に案内される。この走行風が放熱器用枠体 21 内の放熱チューブ 18 およびコルゲートフィン 19 を通過していく。つまり、放熱器用枠体 21 内を冷却ファン 20 による冷却風に加え走行風を通過させ、これらの空気と放熱チューブ 18 およびコルゲートフィン 19 とを熱交換させる。

【0031】このように本実施例では、走行風を放熱チューブ 18 およびコルゲートフィン 19 に導くようにした。よって、放熱チューブ 18 およびコルゲートフィン 19 を冷却するための冷却ファン 20 の冷却負荷を軽くでき、走行風を利用しない場合に比べ小型の冷却ファン 20 を使用できる。又、走行風量分だけ冷却ファン 20 による送風量が少なくて済むので、消費電力も低減できる。

【0032】尚、この発明は上記各実施例に限定されるものではなく、例えば、冷媒としては、アルコールやアンモニア等を用いてもよい。又、パワー素子としては IGBT の他にも、パワー MOS トランジスタやパワーバイポーラトランジスタやパワーサイリスタでもよい。

【0033】さらに、放熱チューブでの熱交換は冷却ファンによる強制送風式の他にも、自然通風式や水冷式であってもよい。又、インバータの出力端子と電動モータの入力端子とは直結する以外にも、電源ケーブルでつないでもよい。この場合においても、電動モータにインバータが搭載されているので、最短でのケーブル長さでよくノイズの発生を抑制でき、かつコストも抑制できる。

【0034】

【発明の効果】以上詳述したように請求項 1 に記載の発明によれば、パワー素子冷却装置の小型化を図ることができるとともにノイズの発生を抑制することができる優れた効果を発揮するとともに、コスト抑制にも効果を発揮する。又、請求項 2 に記載の発明によれば、請求項 1 に記載の発明の効果に加え、高さ方向へのコンパクト化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】実施例のインバータと制御盤の配置状態を示す配置図である。

【図 2】実施例の電氣的構成を示すブロック図である。

【図 3】第 1 実施例のインバータの正面図である。

【図 4】IGBT モジュールと冷却装置を示す斜視図である。

【図 5】図 4 の A-A 断面図である。

【図 6】第 2 実施例のインバータの斜視図である。

【図 7】第 2 実施例の縦断面図である。

【図 8】第 2 実施例の斜視図である。

【図 9】第 3 実施例の斜視図である。

【図 10】第 3 実施例のインバータの斜視図である。

【図 11】第 3 実施例のインバータの平断面図である。

【図 12】従来技術を説明するための電動モータと制御盤の配置状態を示す配置図である。

【図 13】従来技術を説明するための制御盤の内部構成を示す断面図である。

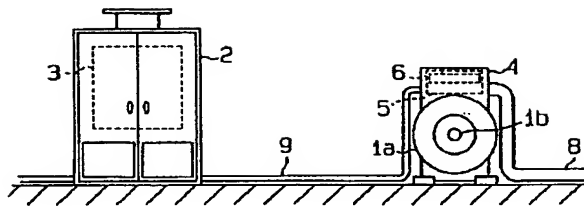
【図 14】従来技術を説明するための電氣的構成を示すブロック図である。

【図 15】従来技術を説明するための制御盤内の状態を示す斜視図である。

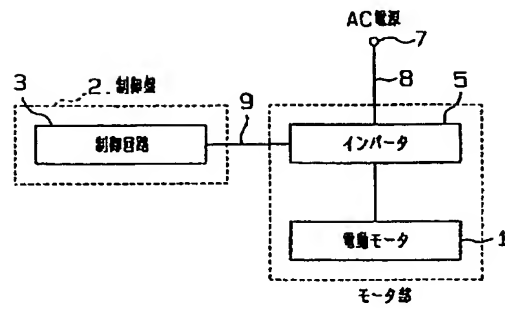
【符号の説明】

1…電動モータ、1a…モータハウジング、5…インバータ、12…IGBT 素子、14…冷媒貯留槽、15…冷媒、18…放熱チューブ

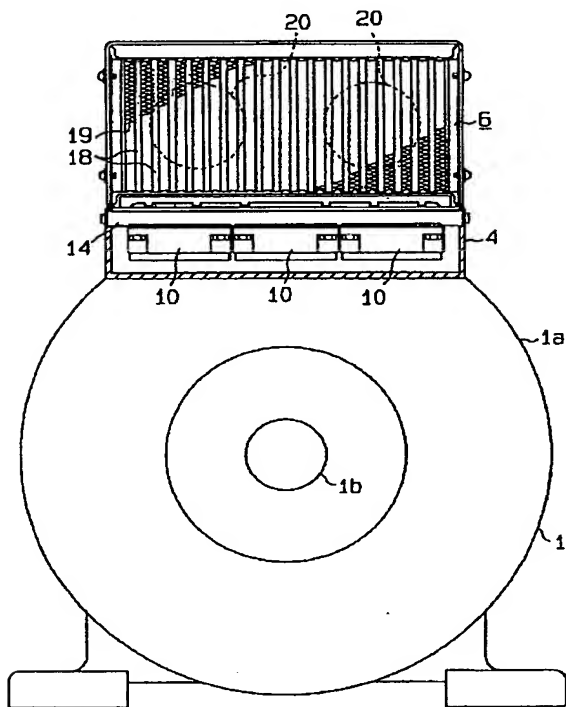
【図1】



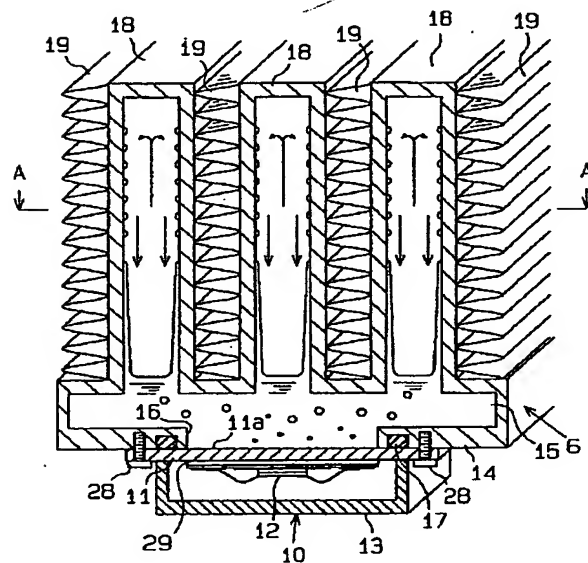
【図2】



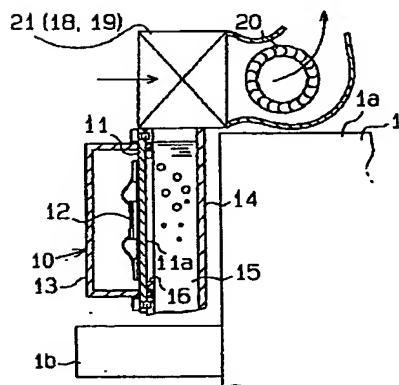
【図3】



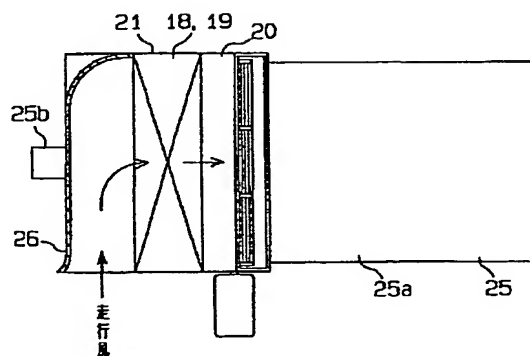
【図4】



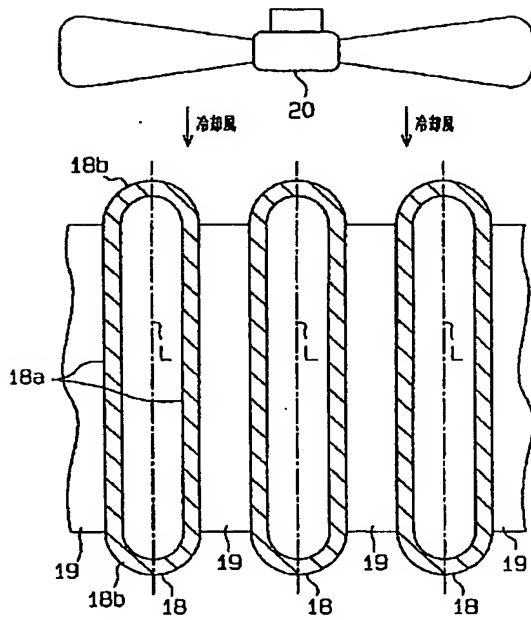
【図7】



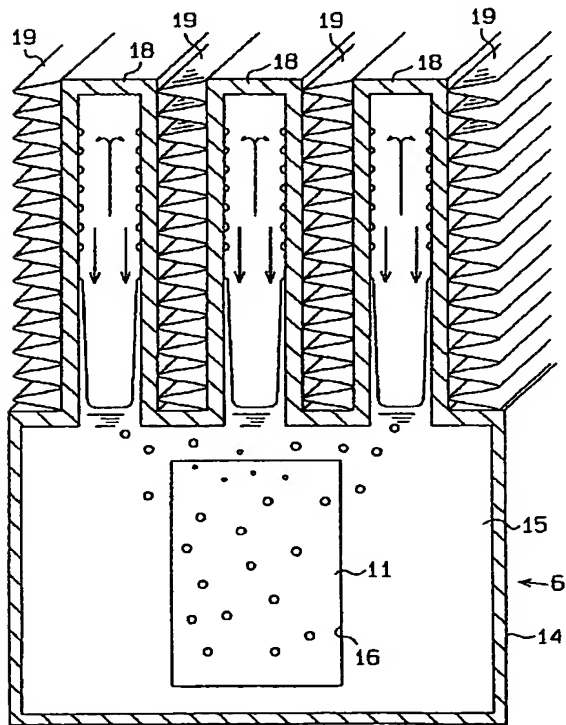
【図11】



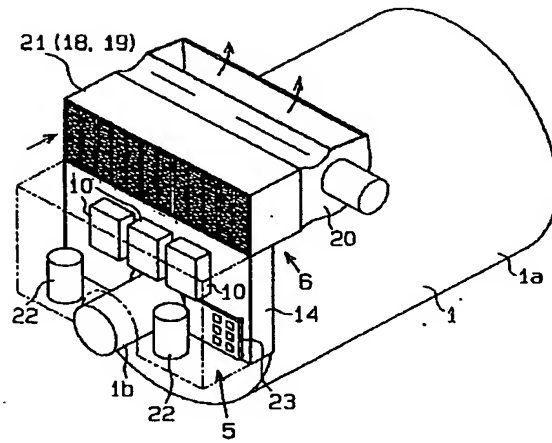
【図5】



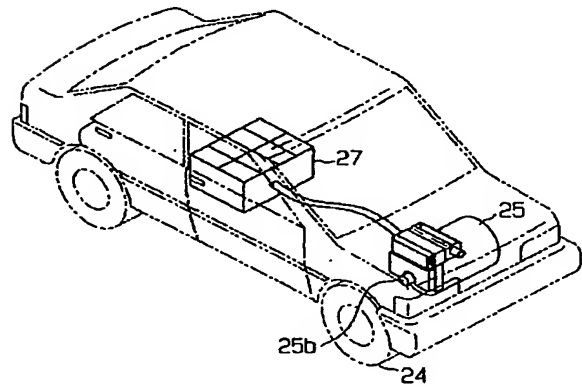
【図8】



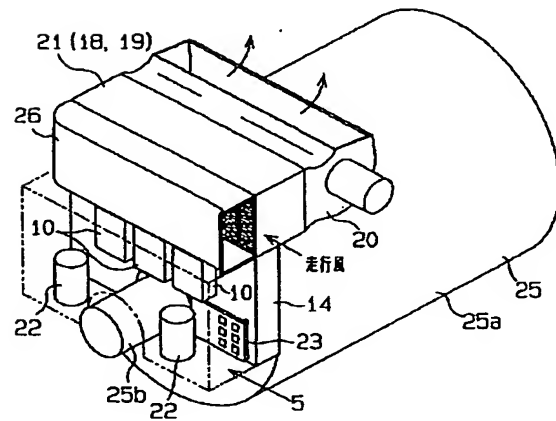
【図6】



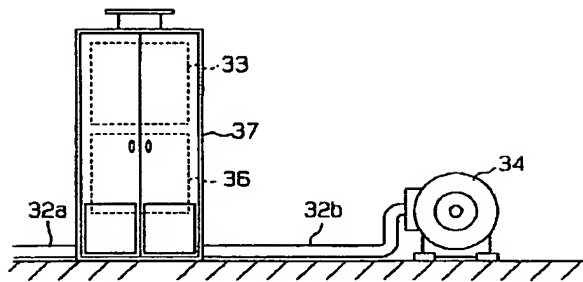
【図9】



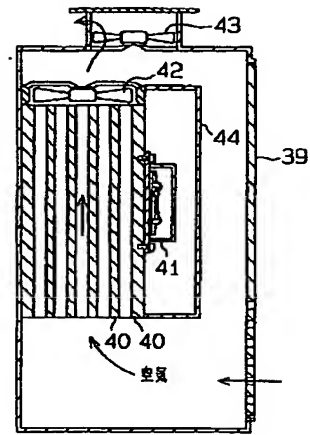
【図10】



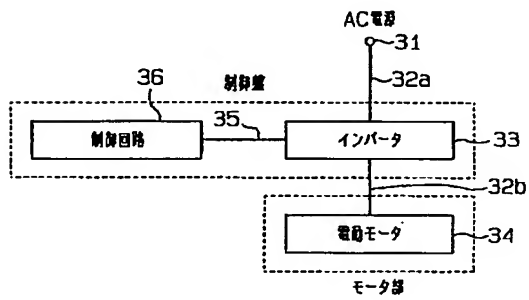
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】

